

## Abstract of **DE 29903260**

The invention relates to a measuring transducer which is constructed in a modular manner. A sensor module (1) and a module (2) of an evaluation unit are provided with a non-volatile memory (16, 20) respectively. Compensating parameters for compensating specific measuring inaccuracies are stored in said memory. Compensating parameters can thus be advantageously stored on each respective component and are used to compensate errors therein. Maintenance is thus made easier and individual modules of a measuring transducer can be exchanged without having to adapt remaining modules or compensate the measuring transducer again.

1.

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Gebrauchsmusterschrift  
10 DE 299 03 260 U 1

51 Int. Cl. 7:  
G 01 D 3/028  
G 01 D 1/16  
G 01 R 1/38

21 Aktenzeichen: 299 03 260.4  
22 Anmeldetag: 23. 2. 1999  
47 Eintragungstag: 13. 4. 2000  
43 Bekanntmachung  
im Patentblatt: 18. 5. 2000

DE 299 03 260 U 1

73 Inhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

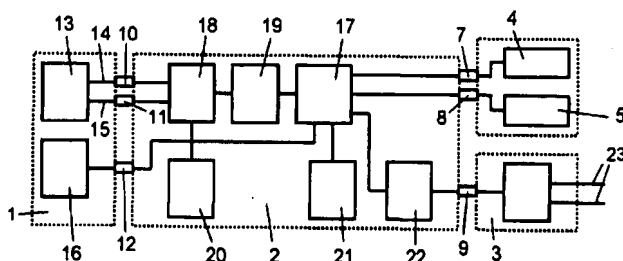
56 Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE 196 06 458 A1  
DE 43 11 614 A1  
DE 35 42 162 A1  
DE 34 46 248 A1  
DE 33 18 977 A1  
DE 32 26 511 A1  
DE 31 42 468 A1  
WO 94 12 940 A1

54 Meßumformer

57 Meßumformer

- mit einem Sensor (13) zur Umwandlung einer physikalischen oder chemischen Größe in ein elektrisches Signal (14),
- mit einer Auswerteeinheit (2), durch welche anhand des elektrischen Signals (14) ein den Meßwert der physikalischen oder chemischen Größe darstellendes Meßsignal erzeugbar ist, und
- mit Mitteln (16, 21) zur Hinterlegung von Abgleichparametern zur Kompensation exemplarspezifischer Meßungenauigkeiten, insbesondere von Nichtlinearitäten oder eines durch eine äußere Einflußgröße verursachten Fehlverhaltens, dadurch gekennzeichnet,
  - daß der Meßumformer modular aufgebaut ist,
  - daß Sensor (13) und Auswerteeinheit (2) jeweils als Module ausgebildet und durch eine elektrische Schnittstelle miteinander lösbar verbunden sind und
  - daß die Mittel (16) zur Hinterlegung der Abgleichparameter des Sensormoduls (1) auf dem Sensormodul angeordnet sind.



DE 299 03 260 U 1

## Beschreibung

## Meßumformer

- 5 Die Erfindung betrifft einen Meßumformer nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiger Meßumformer ist bereits aus der DE 195 33 505 A1 bekannt. Bei Sensoren, die zur Umwandlung einer physikalischen oder chemischen Größe in ein elektrisches Signal üblicherweise in Meßumformern eingesetzt werden, tritt das Problem auf, daß sie sich unter der Einwirkung einer äußeren Einflußgröße nicht so verhalten, wie es gewünscht ist. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des Einflusses der Temperatur als äußerer Einflußgröße. Beispielsweise Drucksensoren in Halbleitertechnik, wie sie in Druck- oder Druckdifferenzmeßumformern verwendet werden, weisen häufig eine so große Temperaturabhängigkeit auf, daß sie die geforderte Meßgenauigkeit nicht ohne weiteres einhalten. Eine vorgegebene Meßgenauigkeit läßt sich dann nur dadurch erreichen, daß der Temperaturfehler kompensiert wird. Zur Bestimmung von Abgleichparametern, welche das durch die Temperatur als Einflußgröße verursachte Fehlverhalten des Meßumformers kompensieren, werden die Meßumformer in einen Ofen verbracht und an eine Datenverarbeitungseinrichtung angeschlossen. Bei verschiedenen Temperaturen werden die jeweiligen Temperaturwerte und die Ausgangswerte der Meßumformer in der Datenverarbeitungseinrichtung erfaßt. Diese erzeugt in Abhängigkeit der erfaßten Werte Abgleichparameter zur Kompensation der Temperaturabhängigkeit und gibt diese an den Meßumformer. Dadurch wird sichergestellt, daß die Meßwerte des Meßumformers unabhängig von Temperaturänderungen sind. Durch Variation der physikalischen oder chemischen Größe, die mit einem Meßumformer erfaßt werden soll, werden in ähnlicher Weise auch Nichtlinearitäten des Meßumformers kompensiert.

Insbesondere bei Druckmeßumformern mit piezoresistiven Sensoren müssen die exemplarspezifischen Sensoreigenschaften individuell ermittelt und kompensiert werden, da diese Sensoren starken Exemplarstreuungen unterliegen. Die Abgleichparameter können als Hardware-Anpassung, z. B. mit veränderlichen Verstärkungswiderständen in einer Anlogschaltung, oder als numerische Werte zur rechnerischen Kompensation hinterlegt werden. Auf diese Weise erhält jeder Meßumformer individuelle Abgleichparameter, die in einer Auswerteeinheit hinterlegt sind. Ein nachträglicher Wechsel einzelner Komponenten eines Meßumformers, beispielsweise der Auswerteeinheit oder des Sensors, in einer prozeßtechnischen Anlage vor Ort ist nicht ohne weiteres möglich, da erneut die Abgleichparameter bestimmt werden müssen. Der Meßumformer kann nur als Ganzes ausgetauscht werden, was aufgrund des mechanischen Einbaus und der Befestigung des Meßumformers in der prozeßtechnischen Anlage mit einem hohen Aufwand verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Meßumformer zu schaffen, der einen Austausch einzelner Komponenten und somit eine einfache Wartung in einer prozeßtechnischen Anlage ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist der neue Meßumformer der eingangs genannten Art die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale auf. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen beschrieben.

Die Erfindung hat den Vorteil, daß beispielsweise eine elektronische Auswerteeinheit eines Meßumformers im Fehlerfall ausgetauscht werden kann, ohne in den Prozeß eingreifen zu müssen. Insbesondere eine Sensoreinheit, die unter Umständen nicht ohne weiteres aus der prozeßtechnischen Anlage entfernt werden kann, kann dabei in der Anlage verbleiben. Dadurch wird ein Hochrüsten des Meßumformers auf eine andere Schnittstelle ohne einen Austausch des gesamten Geräts möglich. Ein Meßumformer, der beispielsweise bisher mit einer 4- bis

20-mA-Schnittstelle betrieben wurde, kann durch Austausch der modularen Auswerteeinheit auf eine Feldbusschnittstelle, z. B. eine PROFIBUS PA-Schnittstelle, aufgerüstet werden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch den modularen Aufbau des Meßumformers hinsichtlich der Handhabung bei der Meßumformerherstellung. Während bisher Sensor und Auswerteeinheit nach dem Zusammenbau und dem individuellen Abgleich nur noch gemeinsam im Materialfluß gehandhabt und nie wieder getrennt werden durften, können nun die Module einzeln gefertigt und abgeglichen werden. Die Abgleichparameter werden in vorteilhafter Weise den Modulen zugeordnet, in denen sie für den Abgleich benötigt werden. Fehlerhafte Einzelteile können somit bereits frühzeitig in der Fertigung ausgesondert werden. Insgesamt ergeben sich somit geringere Herstellungskosten des Meßumformers.

Prinzipiell können die Abgleichparameter durch eine Anpassung der Hardware, beispielsweise durch Abgleich von Verstärkungswiderständen, auf dem jeweiligen Modul hinterlegt werden. In intelligenten Meßumformern, die in der Auswerteeinheit einen Mikroprozessor mit einem Auswerteprogramm aufweisen, kann alternativ ein nichtflüchtiger Speicher, insbesondere ein sogenanntes EEPROM, zur Hinterlegung der Abgleichparameter verwendet werden. Das hat den Vorteil, daß unkritische digitale Signale über die elektrische Schnittstelle zwischen Sensormodul und Modul der Auswerteeinheit zu übertragen sind. Schwankungen des Kontaktwiderstands am elektrischen Verbinder können somit den Wert der Abgleichparameter nicht verfälschen.

Wenn der Sensor einen Meßwiderstand aufweist, der in Abhängigkeit der zu messenden physikalischen oder chemischen Größe seinen ohmschen Widerstand verändert, kann der Sensor vorteilhaft über die elektrische Schnittstelle in Vierleiter-technik mit einer geregelten Spannung versorgt werden. Dabei dienen zwei Leiter zur Erfassung der am Sensor anliegenden Spannung, während der Strom über die zwei verbleibenden Lei-

ter dem Sensor zugeführt wird. Da die beiden Leiter zur Spannungserfassung somit praktisch stromlos sind, wird die gemessene Spannung nicht durch den Spannungsabfall auf den Leitern verfälscht und die Versorgungsspannung des Sensors kann exakt  
5 eingestellt werden. Zudem wird die gemessene Spannung nicht durch die Kontaktwiderstände der elektrischen Verbinder zwischen Sensormodul und Auswerteeinheit verfälscht, die gewissen Schwankungen unterliegen können. Alternativ kann eine Konstantstrom-Einspeisung in den Sensor erfolgen. Zusätzliche  
10 Leiter zur Erfassung der am Einspeisepunkt beim Sensor abfallenden Spannung können dabei gegebenenfalls weggelassen werden.

Der Sensor kann je nach Ausführung des Sensormoduls und der  
15 Auswerteeinheit wahlweise mit Wechselstrom/-spannung oder Gleichstrom/-spannung gespeist werden.

Eine Verschaltung des Widerstands in einem Zweig einer auf dem Sensormodul angeordneten Meßbrücke, deren Brückenspannung  
20 über die elektrische Schnittstelle von Sensormodul zur Auswerteeinheit geführt ist, hat den Vorteil, daß die Brückenspannung hochohmig abgegriffen werden kann und somit auch hier keine Probleme mit den Kontaktwiderständen des elektrischen Verbinders entstehen.

25 Um ein durch Temperaturschwankungen verursachtes Fehlverhalten des Sensors zu kompensieren, wird in vorteilhafter Weise auf dem Sensormodul ein Temperaturmeßwiderstand angeordnet, der ebenfalls über die elektrische Schnittstelle mit der Auswerteeinheit verbunden wird. Der Meßwiderstand befindet sich  
30 somit nahe beim Sensor und erfaßt unmittelbar dessen Temperatur. Für eine hohe Meßgenauigkeit kann erforderlichenfalls auch die Versorgung dieses Meßwiderstands in Vierleiter-technik erfolgen.

35 Zudem kann das Modul der Auswerteeinheit mit einem Temperatursensor versehen werden, um den Einfluß der Temperatur

auf die Auswerteelektronik zu kompensieren. Bei Meßumformern kann in der praktischen Anwendung die Situation auftreten, daß die Temperatur der Auswerteeinheit wesentlich von der Temperatur des Sensors abweicht. In diesen Fällen führt eine  
5 getrennte Kompensation des jeweils durch die verschiedenen Temperaturen verursachten Fehlverhaltens zu einer besseren Meßgenauigkeit des Meßumformers. Die zur Kompensation des Fehlverhaltens der Auswerteeinheit erforderlichen Abgleichparameter werden vorteilhaft auf dem Modul der Auswerte-  
10 einheit hinterlegt.

Anhand der Zeichnungen, in denen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden im folgenden die Erfindung  
15 sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

In Figur 1 ist ein Blockschaltbild eines Meßumformers, in Figur 2 ein Schaltbild der Meßelektronik dargestellt.

Besonders deutlich wird der modulare Aufbau des Meßumformers anhand Figur 1. Ein Sensormodul 1, das zur Umwandlung einer physikalischen oder chemischen Größe in ein elektrisches  
20 Signal 14 dient, ist durch elektrische Verbinder 10, 11 und 12 mit einer Auswerteeinheit 2 verbunden. An die modular aufgebaute Auswerteeinheit 2 ist ein EMV-Modul 3 für eine analoge 4- bis 20-mA-Schnittstelle mit gleichzeitiger, digitaler  
25 Datenübertragung nach dem HART-Protokoll angeschlossen. Weiterhin ist der Meßumformer mit einer Eingabeeinheit 4 und einer LCD-Anzeige 5 ausgestattet, die ebenfalls mit elektrischen Verbindern 7 bzw. 8 an das Modul 2 der Auswerteeinheit  
30 gekoppelt und als Bedienmodul ausgebildet sind. Die elektrische Schnittstelle zwischen Sensormodul 1 und Modul 2 der Auswerteeinheit wird durch drei elektrische Verbinder 10, 11 und 12 realisiert. Alternativ können die erforderlichen Kontakte selbstverständlich auch in einem Verbinder zusammen-  
35 gefaßt werden. Auf dem Sensormodul 1 befinden sich Meßelemente 13, die ein Signal 14, das im wesentlichen dem Wert der physikalischen oder chemischen Größe, hier einem Meß-

druck, entspricht, und ein Signal 15, das den Wert der Temperatur wiedergibt, liefern. Als Mittel zur Hinterlegung von Abgleichparametern ist weiterhin auf dem Sensormodul 1 ein EEPROM 16 als nichtflüchtiger Speicher angeordnet. In dem

5 EEPROM 16 sind exemplarspezifische Parameter hinterlegt, die bei einem Abgleich des Sensormoduls 1 zur Kompensation des durch die Temperatur als äußere Einflußgröße verursachten Fehlverhaltens und von Nichtlinearitäten der Meßelemente 13 ermittelt wurden. Die in dem EEPROM 16 hinterlegten Abgleich-

10 parameter werden über den elektrischen Verbinder 12 von einem Mikroprozessor 17, der sich auf dem Modul 2 der Auswerteeinheit befindet, ausgelesen und in einem Auswerteprogramm zur Kompensation verwendet. Zur Wandlung der von dem Sensormodul 1 gelieferten elektrischen Signale 14 und 15 in eine

15 durch den Mikroprozessor 17 verarbeitbare Form dient ein Analog/Digital-Wandler 19, dem ein Multiplexer 18 vorgeschaltet ist. Auf den Multiplexer 18 ist weiterhin ein Ausgangssignal eines Temperatursensors 20 geführt, der auf dem Modul 2 der Auswerteeinheit nahe bei der Meßelektronik angeordnet ist und somit deren Temperatur erfaßt. Bei einem

20 Abgleich der Meßelektronik, insbesondere der in Figur 1 nicht dargestellten Eingangssignalverstärker und des A/D-Wandlers 19, werden Abgleichparameter zur Kompensation der Temperaturdrift ermittelt und in ein EEPROM 21, das sich ebenfalls auf dem Modul 2 der Auswerteeinheit befindet, eingeschrieben. Die

25 im EEPROM 21 hinterlegten Abgleichparameter werden vom Auswerteprogramm des Mikroprozessors 17 zur Kompensation von Nichtlinearitäten und des durch die Temperatur verursachten Fehlverhaltens der Meßelektronik auf dem Modul 2 der Auswerteeinheit herangezogen. Ein Schnittstellenbaustein 22

30 dient zur Durchführung einer Kommunikation beispielsweise mit einer an Leitungen 23 angeschlossenen, in Figur 1 nicht dargestellten Datenverarbeitungseinrichtung. Ein nach der Kompensation durch den Mikroprozessor 17 errechnetes, den Meßwert des Drucks darstellendes Meßsignal wird über die Leitungen 23 analog übertragen und numerisch auf der Anzeige 5

35 ausgegeben. Der Schnittstellenbaustein 22 erzeugt zudem aus



dem 4- bis 20-mA-Signal der Schnittstelle die Versorgungsspannung für die elektronischen Komponenten des Meßumformers. Soll der gezeigte Meßumformer auf eine Kommunikation über einen Feldbus, z. B. PROFIBUS PA, umgerüstet werden, so müssen lediglich das Modul 2 der Auswerteeinheit und das EMV-Modul 3 gegen entsprechende, für die gewünschte Feldbuskommunikation ausgebildete Module ausgetauscht werden. Eine Umrüstung ist somit möglich, ohne den Sensor zu wechseln und ohne einen Eingriff in den Prozeß vorzunehmen.

10

In Figur 2 sind links von einer gestrichelten Linie 30, welche die Schnittstelle zwischen Sensormodul und Modul der Auswerteeinheit markiert, elektronische Teile des Sensormoduls und rechts der gestrichelten Linie 30 die zur Realisierung der Schnittstelle relevanten Teile der Auswerteeinheit dargestellt. Mit piezoresistiven Elementen, die zu einer Widerstandsbrücke 31 verschaltet und auf einer dem zu messenden Druck ausgesetzten Membran angeordnet sind, wird ein dem Wert des Drucks entsprechendes elektrisches Signal erzeugt. Durch zwei Verstärker 32 und 33 wird die Meßbrücke 31 mit einer geregelten Spannung versorgt. Dabei sind zwei Leiter 34 und 35 stromführend, während mit zwei Leitern 36 und 37 die tatsächlich an der Meßbrücke 31 anliegende Spannung hochohmig erfaßt, auf die Verstärker 32 bzw. 33 zurückgeführt und eingeregelt wird. Zwei Referenzspannungsquellen 38 und 39 dienen zur Stabilisierung der Spannung. Mit einem Digital/Analog-Wandler 40, der durch einen Mikroprozessor 41 angesteuert wird, kann der Spannungssollwert des Verstärkers 32 in einem gewissen Bereich variabel eingestellt werden. Dies ist vorteilhaft, um eine hochgenaue Brückenversorgungsspannung zu gewährleisten und die Brückenspannung in einem Abgleich der Auswerteeinheit auf einen vorgebbaren Wert einstellen zu können. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind zwei Referenzspannungsquellen 38 und 39 zur Erzeugung einer beliebigen konstanten Spannung vorgesehen. Zur Reduktion des Aufwands kann beispielsweise die Referenzspannungsquelle 39 entfallen, wenn der jeweilige Sollwert fest auf 0 V einge-

stellt wird. Ein Meßwiderstand 42 dient zur Erfassung der Temperatur des Sensormoduls. Sein Ausgangssignal ist über einen Vorverstärker 43 auf einen Analogeingang eines A/D-Wandlers 44 geführt. Ebenso wird mit einem Temperatursensor 5 45 die Temperatur der Meßelektronik auf dem Modul der Auswerteeinheit gemessen und über den Analog/Digital-Wandler 44 an den Mikroprozessor 41 weitergegeben. Ein weiterer Signalverstärker 46 ist zur Verstärkung der Brückenspannung der Meßbrücke 31 vorgesehen, die ebenfalls auf einen Eingang des 10 Analog/Digital-Wandlers 44 gelegt ist. Sowohl auf dem Sensormodul als auch auf dem Modul der Auswerteeinheit ist jeweils ein EEPROM 47 bzw. 48 angeordnet, das durch den Mikroprozessor 41 ausgelesen werden kann. Somit ist es in vorteilhafter Weise möglich, die in einem Abgleich ermittelten Parameter 15 jeweils auf dem Modul zu hinterlegen, dessen Fehlverhalten mit Hilfe der Abgleichparameter kompensiert werden soll.

In einem anderen, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird eine Meßbrücke mit einer genauen Konstantstromquelle 20 gespeist. Dadurch können in vorteilhafter Weise Leitungen zum Abgriff der an der Meßbrücke anliegenden Spannung entfallen.

## Schutzansprüche

## 1. Meßumformer

- mit einem Sensor (13) zur Umwandlung einer physikalischen oder chemischen Größe in ein elektrisches Signal (14),
- mit einer Auswerteeinheit (2), durch welche anhand des elektrischen Signals (14) ein den Meßwert der physikalischen oder chemischen Größe darstellendes Meßsignal erzeugbar ist, und
- mit Mitteln (16, 21) zur Hinterlegung von Abgleichparametern zur Kompensation exemplarspezifischer Meßungenauigkeiten, insbesondere von Nichtlinearitäten oder eines durch eine äußere Einflußgröße verursachten Fehlverhaltens,
- dadurch gekennzeichnet,
- daß der Meßumformer modular aufgebaut ist,
- daß Sensor (13) und Auswerteeinheit (2) jeweils als Module ausgebildet und durch eine elektrische Schnittstelle miteinander lösbar verbunden sind und
- daß die Mittel (16) zur Hinterlegung der Abgleichparameter des Sensormoduls (1) auf dem Sensormodul angeordnet sind.

## 2. Meßumformer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß das Sensormodul (1) mit einem nichtflüchtigen Speicher (16) zur Hinterlegung der Abgleichparameter versehen ist und
- daß der nichtflüchtige Speicher (16) durch die Auswerteeinheit (2) über die elektrische Schnittstelle lesbar ist.

## 3. Meßumformer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß der Sensor (13) zumindest einen Widerstand aufweist, der in Abhängigkeit der physikalischen oder chemischen Größe seinen ohmschen Widerstand verändert, und
- daß der Sensor (13) über die elektrische Schnittstelle in Vierleitertechnik mit einer geregelten Spannung versorgt

wird, wobei zwei stromführende Leiter (34, 35) und zwei Leiter (36, 37) zur Erfassung der am Sensor (13) anliegenden Spannung vorgesehen sind.

- 5 4. Meßumformer nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstand in einem Zweig einer auf dem Sensormodul (1) angeordneten Meßbrücke (31) verschaltet ist, deren Brückenspannung über die elektrische Schnittstelle zur Auswerteeinheit (2) geführt ist.

10

5. Meßumformer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Sensormodul (1) ein Temperaturmeßwiderstand (42) angeordnet ist, der über die elektrische Schnittstelle mit der Auswerteeinheit (2) verbunden ist.

15

6. Meßumformer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Modul (2) der Auswerteeinheit ein Temperatursensor (20, 45) vorgesehen ist, um den Einfluß der Temperatur auf die Auswerteelektronik zu kompensieren.

20

